

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen: KJM0200V – Organisk kjemi i naturfag - **LØSNINGSFORSLAG**

Eksamensdag: 2. juni 2017

Tid for eksamen: 11.00 – 15.00

Oppgavesettet er på 3 sider pluss 2 vedlegg.

- Vedlegg 1: Flervalgsoppgaver, s. 5 - 12
- Vedlegg 2: Periodesystemet, s. 13

Tillatte hjelpemidler:

- Godkjent kalkulator

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1 teller 30 % av oppgavesettet. De resterende oppgavene teller likt.

Oppgave 1

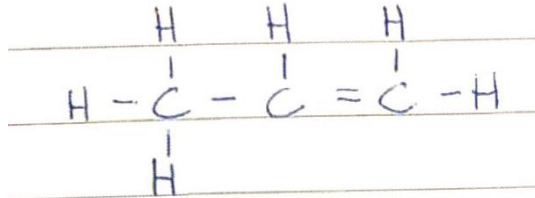
30 flervalgsoppgaver – Se vedlegg 1, avkrysses og legges ved besvarelsen.

Oppgave 2

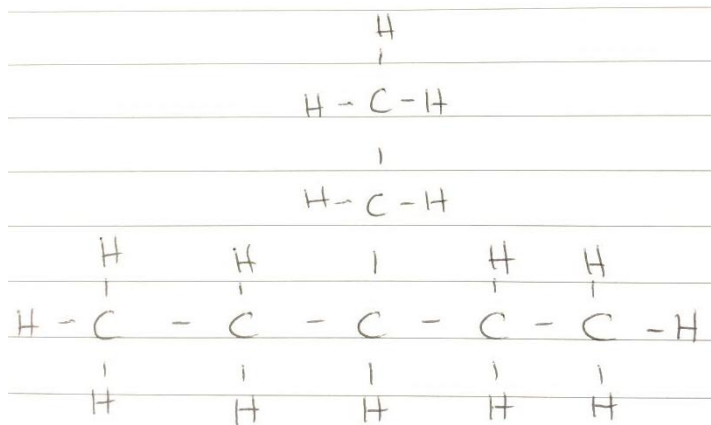
a) Tegn strukturformler for forbindelsene 1 – 3 og skriv systematisk navn for forbindelsene 4 – 6.

I 1) – 3) godtas alle riktige formler som viser entydig struktur

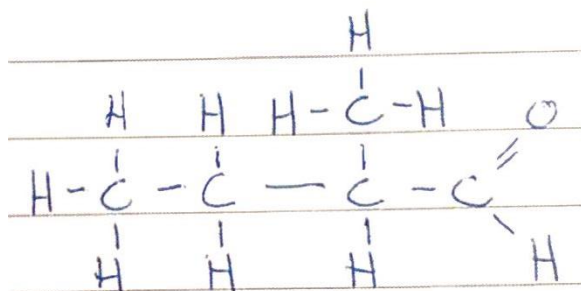
1. propen



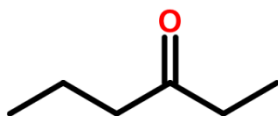
2. 3-etylpentan



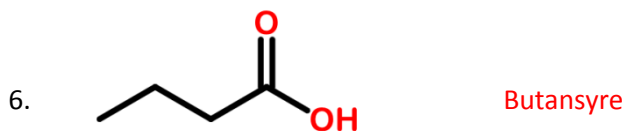
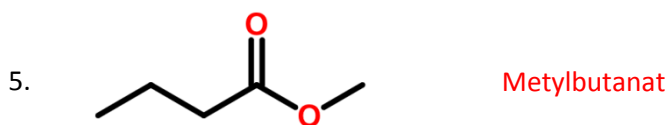
3. 2-metylbutanal



4.



Heksan-3-on



b) Til hvilken stoffgruppe tilhører hver av forbindelsene 1 - 6 fra oppgave 2a?

- 1: Hydrokarbon, alken
- 2: Hydrokarbon, alkan
- 3: Aldehyd
- 4: Keton
- 5: Ester
- 6: Karboksylsyre

Oppgave 3

a) I forsøket «Likt løser likt» ser vi på hvordan ulike forbindelser løser seg i de to løsemidlene vann og parafinolje. I hvilket av de to løsemidlene forventer du at kalsiumnitrat, sølvklorid, propan-2-ol og heksan løser seg best? Begrunn svarene dine.

Kalsiumnitrat: Dette er en ioneforbindelse og løser seg derfor best i vann, som er et polart løsemiddel. Alle nitrater er lett løselige i vann.

Sølvklorid: Dette er en ioneforbindelse og løser seg derfor best i vann, som er et polart løsemiddel. (Ikke alle salter er lett løselige i vann. Sølvklorid er klassifisert som et uløselig salt, og er dermed svært lite løselig også i vann).

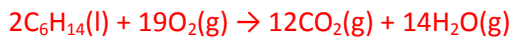
Propan-2-ol: Er løselig i vann i alle forhold. Er også løselig i mer upolare løsemidler. Består av en polar OH – gruppe og en upolar hydrokarbonkjede. I forsøket «sminkefjerner» blandet dere etanol og parafinolje, og så at etanol var lite løselig i parafinoljen. Propan-2-ol vil være noe mer løselig enn etanol i parafinolje.

Heksan: Er en upolar forbindelse, som løser seg derfor best i parafinolje, som er et upolart løsemiddel. Heksan er svært lite løselig i vann.

- b) Vi tenner på heksan og lar det brenne med tilstrekkelig oksygentilgang. Hva blir produktene i reaksjonen? Skriv balansert reaksjonslikning med tilstandssymboler.

Ved fullstendig forbrenning av heksan blir produktene $\text{CO}_2(\text{g})$ og $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.

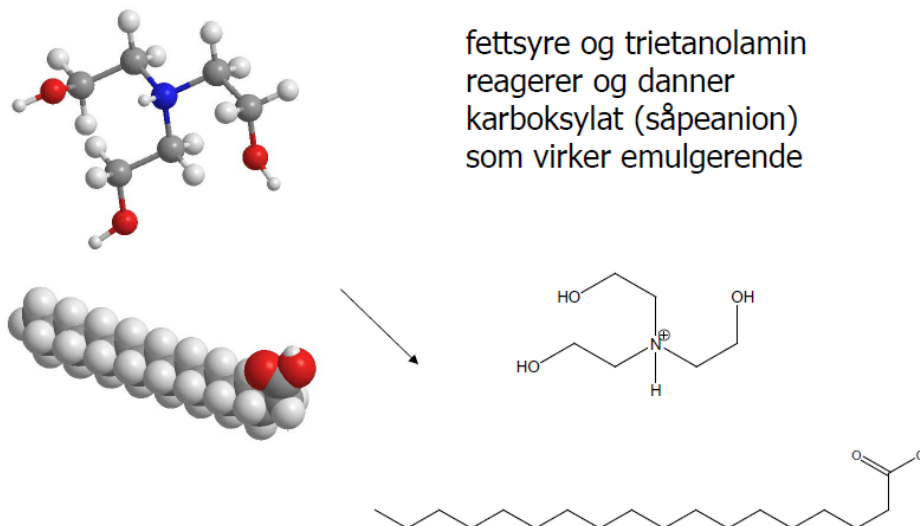
Balansert reaksjonslikning:



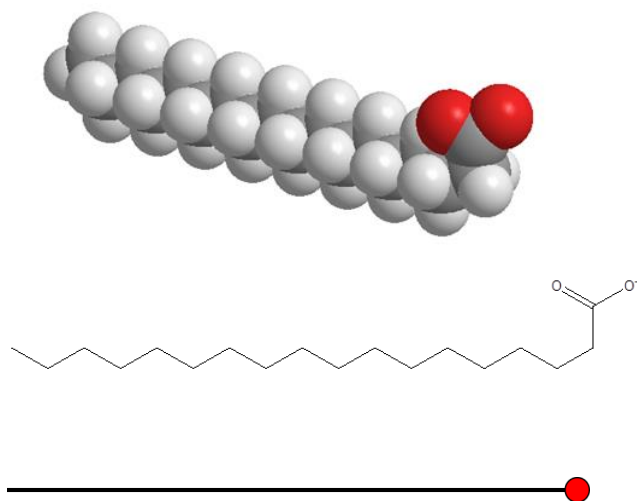
Oppgave 4

Når vi lager sminkefjerner av vann, etanol og parafinolje, dannes det to faser som ikke er blandbare, mens når vi lager hudkrem av vann, parafinolje, stearinsyre, trietanolamin, glyserol og kokosfett, får vi tilsynelatende til å blande stoffer som i utgangspunktet ikke er blandbare. Forklar hvordan dette er mulig.

I forsøket der vi lager hudkrem, bruker vi blant annet trietanolamin og stearinsyre. I blandingen reagerer disse med hverandre og danner emulgatorer, stoffer som kan stabilisere en blanding av polare og upolare forbindelser. Trietanolamin er en svak base som tar i mot protoner fra stearinsyren som går over på karboksylatform og blir emulgerende. Det positive trietanolammoniumionet har også en emulgerende effekt.

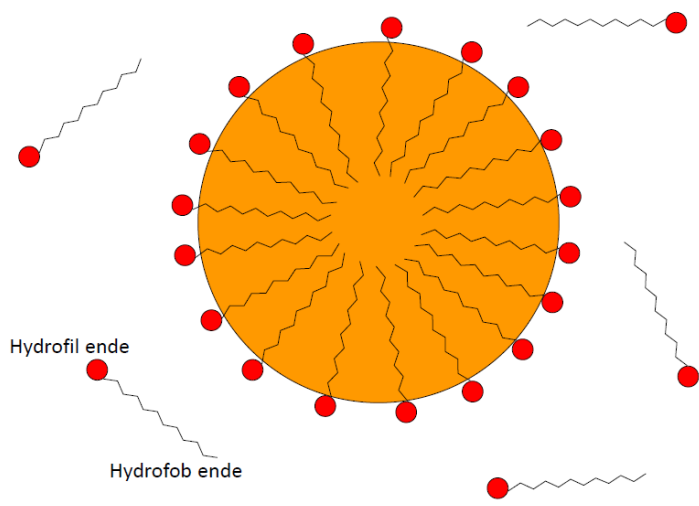


Molekyler med emulgerende egenskaper er satt sammen av en upolar og en polar del. Derfor kan de stabilisere en blanding av finfordelt fett i vann eller vann i fett. Dette gjør de ved å orientere seg på grenseflatene mellom den polare og upolare fasen.



I en olje-i-vann emulsjon vil den upolare delen, f.eks. en hydrokarbonkjede, løse seg i overflaten på fettdråpene mens den polare delen (hydrofil), f.eks. en karboksylatgruppe stikker ut av fettdråpen og holdes løst i vannet som omgir dråpen. De hydrofile hodene som stikker ut, vil gjøre overflaten på dråpene negativt ladet. Dermed vil dråpene frastøte hverandre, og ikke smelte sammen. I en vann-i-olje emulsjon er det hydrokarbonkjedene som stikker ut av dråpene og hindrer dem i å smelte sammen. Hudkremer er emulsjoner. Andre eksempler på emulsjoner er melk, fløte og majones.

Olje i vann -emulsjon



Oppgave 5

Kompetansemål etter 10. årstrinn:

Elevene skal undersøke hydrokarboner, alkoholer, karboksylsyrer og karbohydrater, beskrive stoffene og gi eksempler på fremstillingsmåter og bruksområder

- a) Skisser et elevforsøk som du mener er godt egnet til å arbeide med hele eller deler av dette kompetansemålet. Forklar hvorfor du mener at elevforsøket er godt egnet. Beskriv og forklar kjemien som elevene kan lære av forsøket.

Her vil mange ulike tilnærminger kunne gi uttelling.

Besvarelsen må inneholde

- Et skissert elevforsøk og en presisering av hvilken del av kompetanemålet som dekkes
- En forklaring på hvorfor du mener at elevforsøket er godt egnet til arbeid med denne delen av kompetansemålet. Et godt egnet forsøk bør lære elevene noe om stoffgruppens egenskaper, fremstillingsmåter og/eller bruksområder.
- En beskrivelse og forklaring av kjemien som elevene kan lære av forsøket

- b) Nevn noen viktige egenskaper for hydrokarboner. Beskriv kort hva du mener du at elevene bør lære om hydrokarbonenes bruksområder. Begrunn svaret ditt.

Viktige egenskaper for hydrokarboner kan være at de har relativt god brennverdi, og at de er upolare. Alkener er i tillegg viktige utgangsstoffer i produksjon av polymerer som polyeten og polypropen.

Noen bruksområder som elevene bør lære om (andre svar kan også bli godtatt): Drivstoff (bensin, diesel, parafin etc.), utgangsstoffer i plastproduksjon, ulike vannavisende produkter som f.eks leppepomade, skokrem/impregneringsvoks.

Oppgave 6

Kompetansemål etter Vg 1:

Elevene skal gjennomføre enkle kjemiske påvisninger av næringsstoffer i matvarer og gjøre rede for observasjonene

- a) Vaffelmiks kan kjøpes i dagligvareforretninger og er en tørrvare som blandes med vann og smør og gir ferdig vaffelrøre.

Ingredienser i vaffelmiks: hvetemel, sukker, egg, skummetmelk, hevemiddel (dinatriumdifosfat, natriumhydrogenkarbonat), emulgator (e471), salt, fargestoff (betakaroten), aroma.

Nevn minst 4 ulike kjemiske påvisningsreaksjoner du kan gjennomføre på tørrvaren Vaffelmiks for å undersøke om den inneholder ulike næringsstoffer. For hvilke av testene forventer du positivt resultat? Begrunn svaret.

Tester som kan utføres på vaffelmiksen:

1. Benedicts eller Fehlings test for reduserende sukkerarter: Forventer positiv test fordi skummet melk inneholder laktose som er en reduserende sukkerart. Vanlig sukker, dvs sukrose, er ikke en reduserende sukkerart, og vil ikke kunne påvises med denne testen.
2. Biuret test for proteiner: Forventer positiv test fordi både egg og skummet melk inneholder proteiner.
3. Påvisning av fett ved å ekstrahere med propan-2-ol og deretter tilsette vann for å felle ut fett: Usikker på om testen vil gi positivt resultat. Skummet melk inneholder svært lite fett, men det er mulig at dette vil kunne påvises. Må undersøkes nærmere.
4. Påvisning av stivelse med jodløsning: Forventer positiv test fordi vaffelmiksen inneholder hvetemel som i stor grad består av stivelse (amylose og amylopektin). Det er amylose som gir positiv test med jod.

Andre tester som foreslås kan også bli godtatt

- b) Hvilke sikkerhetstiltak vil du iverksette for hver av de ulike testene du har beskrevet i a)? Begrunn alle sikkerhetstiltakene du nevner.

Benedicts test:

Tiltak: Bruk vernebriller. Rester av løsningen må samles inn på restekanne for tungmetaller.

Begrunnelse: Benedicts løsning gir alvorlig øyeirritasjon, og er meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

Fehlings test:

Tiltak: Bruk vernebriller. Rester av løsningen må samles inn på restekanne for tungmetaller.

Begrunnelse: Fehlings væske er klassifisert som etsende og er meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

(Fehlings væske bør ikke brukes av elever i grunnskolen. Kan fortynnes med vann i forholdet 2 deler Fehlings væske og 3 deler vann. Fortynnet Fehlings væske gir alvorlig øyeirritasjon, men er ikke klassifisert som etsende).

Biuret test:

Tiltak: Bruk vernebriller. Rester av kobber(II)sulfatløsningen må samles inn på restekanne for tungmetaller.

Begrunnelse: Natriumhydroksidløsningen (0,5 – 2 %) gir alvorlig øyeirritasjon og over 2 % er løsningen klassifisert som etsende-. Kobber(II)sulfatløsningen er meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

(NaOH løsninger over 2 % bør ikke brukes av elever i grunnskolen siden disse er klassifisert som etsende).

Test for fett:

Tiltak: Bruk vernebriller, unngå bruk av åpen flamme.

Begrunnelse: Propan-2-ol gir alvorlig øyeirritasjon, og er en brannfarlig væske.

Test for stivelse:

Tiltak: Ingen sikkerhetstiltak nødvendig.

Begrunnelse: tynn jodløsning er vurdert ikke merkepliktig

Vedlegg 1 - Leveres inn sammen med besvarelsen

Kandidatnummer: _____

Eksamen i KJM0200V – Organisk kjemi i naturfag

Eksamensdato og tid: 02.06.2017, kl 11.00 – 15.00

Oppgave 1 – 30 flervalgsoppgaver

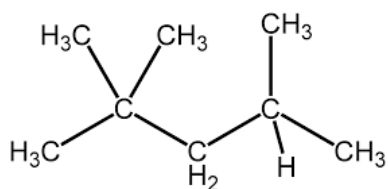
Hvert spørsmål har ett riktig svar. Krysses det av på mer enn ett alternativ i et spørsmål, gis det 0 poeng for spørsmålet.

1. Hva er riktig om forbindelsen?



- den er et alkyn
- den er et mettet hydrokarbon
- den er et ugrenet hydrokarbon
- den har molekylformelen C_6H_{12}

2. Hva heter denne forbindelsen?



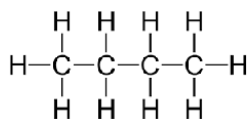
- 2,4,4-trimetylpentan
- 2-metyl-4-etylpentan
- 2,2,4-trimetylpentan
- oktan

3. Ordne disse forbindelsene etter økende antall H-atomer i molekylene:

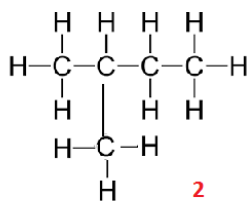
1. pentan
2. syklopentan
3. pentyn
4. 3,4-dimetylpent-2-en

- 1, 3, 4, 2
- 4, 3, 1, 2
- 3, 2, 1, 4
- 3, 4, 2, 1

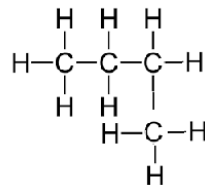
4. Hva er riktig om forbindelsene 1-8?



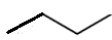
1



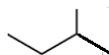
2



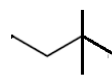
3



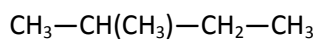
4



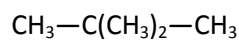
5



6



7



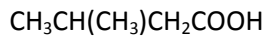
8

- 2 og 3 er isomere forbindelser
- det er tegnet tre formler for butan
- 3 og 7 er formler for samme forbindelse
- 6 og 8 er formler for samme forbindelse

5. Hvilken forbindelse har fått FEIL navn?

- $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOH}$ heter propansyre
- $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ heter propan-1-amin
- $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{OH})\text{—CH}_3$ heter butan-3-ol
- $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COO—CH}_2\text{—CH}_3$ heter etylpropanat

6. Hva heter denne karboksylsyren?

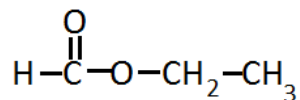


- pentansyre
- butansyre
- 3-metylbutansyre
- 2-metylbutansyre

7. Nedenfor er gitt 4 par med organiske forbindelser. I hvilket par er forbindelsene IKKE isomere?

- 2,2,4-trimetylheksan og nonan
- propanal og propanon
- etanol og etansyre
- but-2-en og but-1-en

8. Hva blir dannet når denne esteren reagerer med vann?



- etansyre og metanol
- metansyre og etanol
- etansyre og etanol
- metansyre og metanol

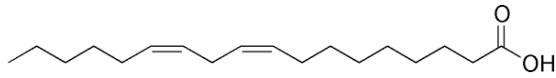
9. Når etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, løses i vann ...

- dannes det hydrogenbindinger mellom O-atomet i OH-gruppene i etanol og H-atomene i vannmolekylene
- dannes det ionebinding mellom OH^- -ion i etanol og H_3O^+ -ion i vann
- bindes etanol- og vann-molekyler til hverandre med kovalente bindinger
- dannes en løsning med formelen $\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_2$

10. En leppepomade

- inneholder vann og voks
- inneholder voks og fett
- inneholder polare stoffer
- er løselig i vann

11. Hvilket utsagn om denne fettsyren er FEIL?

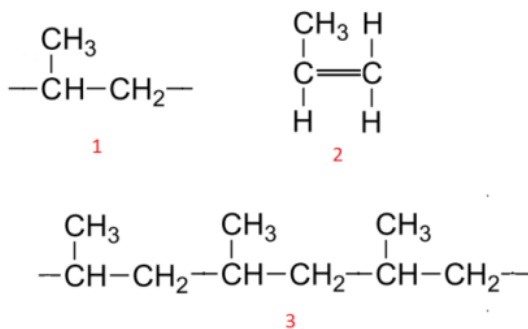


- den er en flerumettet fettsyre
- den er en omega-6-fettsyre
- den omtales blant ernæringsfolk som C18:2
- den har formelen $C_{17}H_{33}COOH$

12. Hva er riktig om PVC-plast?

- polymeren dannes ved kondensasjonsreaksjoner
- monomeren har det systematiske navnet kloreten
- på en kobbertråd brenner polymeren med grønn flamme
- den er en herdeplast

13. PP er en mye brukt polymer. Tre formler - 1, 2 og 3 - er vist. Hvilket utsagn er riktig?

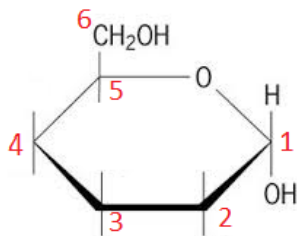


- 1 er monomeren
- 2 er den repeterende enheten
- monomeren heter propan
- polymeren lages ved addisjonsreaksjoner

14. Hva er FEIL om de fire forbindelsene:

1. $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$
 2. $\text{NH}_2\text{—CH}(\text{CH}_2\text{S})\text{—COOH}$
 3. $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$
 4. $\text{NH}_2\text{—CH}(\text{CH}_2\text{COOH})\text{—COOH}$
- i aminosyre 2 har aminogruppen formelen $\text{NH}_2\text{—}$ og “syregruppen” formelen —COOH
 - alle forbindelsene er aminosyrer i proteiner
 - den spesielle R-gruppen i forbindelse 1 har formelen —H , og i forbindelse 4 har R formelen $\text{—CH}_2\text{—COOH}$
 - aminosyre 2 er det mye av i hårproteinet keratin

15. Her er en ufullstendig ringformel for glukose.



Hvilket utsagn er FEIL?

- det er alfa-glukose som er skissert
- på hver av C2, C3 og C4 er det ett H-atom og én —OH -gruppe
- på C5 er det bundet en —OH -gruppe
- som åpen kjede har glukose aldehydgruppen på C1

16. Hvilket utsagn er riktig om glukoses reduksjon av Fehlings eller Benedicts løsning?

- aldehydgruppen på C1 i den åpne-kjedeformen av glukose oksideres.
- den blåfargede løsningen med Cu^+ -ion omdannes til rødfarget «grums» av CuO .
- reaksjonen skjer på C6 i glukosemolekylet
- alfa-glukose kan reagere med Fehlings og Benedicts løsninger, men det kan ikke beta-glukose

17. Fruktosemolekylet blir i naturfagbøker for ungdomsskolen ofte tegnet som en femkant mens glukose tegnes som en sekskant. Hvordan tolker du det?

- det er fordi fruktose er en pentose
- det er for å skille fruktose grafisk fra glukose
- fruktose har 5 C-atomer bundet til hverandre i en ring
- fruktose har en annen molekylformel enn glukose

18. Hvilket utsagn om reaksjonen mellom jod og stivelse er riktig?

- det er amylopektinet i stivelsen som reagerer med jodløsning
- jodløsningen inneholder bare vann og jod (I_2)
- trijodidioner passer inn i spiralen som amylosemolekylet danner
- bindingene mellom glukoseringene i amylosen er $1\alpha \rightarrow 6$

19. Glukose dannes i kloroplastene i cellene i de grønne plantenes blad. Hva skjer videre med glukosen? Ett utsagn er FEIL.

- glukose polymeriseres og danner cellulose i celleveggene og i egne fibervev (ved)
- glukose isomeriseres og danner fruktose, som med glukose danner sukrose
- glukose transporteres fra bladene rundt i planten
- glukose polymeriseres i røtter og frukter, og det dannes stivelse

20. Hvilket utsagn om stivelse er riktig?

- et annet navn på stivelse er amylose
- det er mye mer amylopektin enn amylose i stivelse
- alle bindingene i amylopektin er $\alpha 1 \rightarrow 4$
- amylopektin er en ugrenet polymer

21. Hvilken av løsningene er klassifisert som etsende?

- 4 % natriumhydroksidløsning
- Benedicts løsning
- 7 % hydrogenperoksidløsning
- 1 % natriumkarbonatløsning

22. Hvilket utsagn er riktig?

- alle mono- og disakkarider reduserer Benedicts løsning
- det er OH - gruppene i glukose som reagerer med Benedicts løsning
- laktose er et disakkarid bygd opp av galaktose og glukose
- et trisakkarid har molekylformelen $C_{18}H_{36}O_{18}$

23. Hvilket utsagn er FEIL om diglyserider?

- et diglyseridmolekyl dannes av ett glyserolmolekyl og to fettsyremolekyler
- diglyserider brukes mye som emulgatorer i matvarer
- et diglyseridmolekyl har en polar ende med en –OH-gruppe på glyseroldelen, og en upolar ende med fettsyrerestene
- i et diglyseridmolekyl er det alltid to like fettsyredeler

24. Hva er riktig om aminosyrer?

- de er upolare og ikke vannløselige
- i den enkleste aminosyren er R-gruppen bare et H-atom
- to aminosyrer reagerer til et dipeptid i en addisjonsreaksjon
- de er væsker ved romtemperatur

25. Hvilket av disse næringsstoffene finnes IKKE i melk?

- kasein
- gelatin
- albumin
- laktose

26. Hva er FEIL om C-vitamin, askorbinsyre?

- er en karboksylsyre
- virker som en antioksidant og blir selv oksidert i reaksjoner
- angis på varefakta som E 300
- det er ofte større konsentrasjon av C-vitamin i paprika enn i appelsin

27. Her er en liste med 6 vitaminer:

1. vitamin A, retinol
2. forløperen til vitamin A, β -karoten
3. vitamin B₉, folsyre
4. vitamin B₁, tiamin
5. vitamin D₃, kolekalsiferol
6. vitamin E, tokoferol

Endelsen i navnet på et vitamin forteller noe om den kjemiske oppbygningen. Hvilket av utsagnene om strukturformlene til vitaminene 1-6 stemmer IKKE?

- nr. 1, 5 og 6 har en –OH-gruppe
- nr. 2 har (mange) dobbeltbindinger
- nr. 3 har en –CHO-gruppe
- nr. 4 har en –NH₂-gruppe

28. Du har sølt konsentrert saltsyre på benken og vil nøytralisere sølet. Da er det best å bruke ...

- fast natriumhydroksid
- 2 % natriumhydroksid-løsning
- fast natriumhydrogenkarbonat
- konsentrert ammoniakk

29. Hvilken påstand er riktig om kjemikalier?

- kjemikalier er en fellesbetegnelse for stoffer og stoffblandinger
- kjemikalier skal ha faremerking
- kjemikalier er stoffblandinger
- kjemikalier er ikke naturlige stoffer

30. Disse fire forbindelsene har forskjellige kokepunkter:

1. C₃H₇COOH butansyre
2. C₄H₁₀ butan
3. C₄H₉OH 2-metylpropan-2-ol
4. C₄H₉OH butan-1-ol

Forbindelsene kan ordnes i en rekke etter økende kokepunkt slik:

- 1, 2, 3, 4
- 2, 3, 4, 1
- 2, 4, 3, 1
- 2, 1, 3, 4

Vedlegg 2 - Periodesystemet

1s	1	2											13	14	15	16	17	18			
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 1 H 1.008 hydrogen </div>																		
2s	3 Li 6.941 litium	4 Be 9.012 beryllium											2p	5 B 10.81 bor	6 C 12.01 karbon	7 N 14.01 nitrogen	8 O 16.00 oksygen	9 F 19.00 fluor	10 Ne 20.18 neon		
3s	11 Na 22.99 natrium	12 Mg 24.31 magnesium	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3p	13 Al 26.98 aluminium	14 Si 28.09 silisium	15 P 30.97 fosfor	16 S 32.07 svovel	17 Cl 35.45 klor	18 Ar 39.95 argon		
4s	19 K 39.10 kalium	20 Ca 40.08 kalsium	3d	21 Sc 44.96 scandium	22 Ti 47.87 titan	23 V 50.94 vanadium	24 Cr 52.00 krom	25 Mn 54.94 mangan	26 Fe 55.85 jern	27 Co 58.93 kobolt	28 Ni 58.69 nikkel	29 Cu 63.55 kobber	30 Zn 65.41 sink	4p	31 Ga 69.72 gallium	32 Ge 72.64 germanium	33 As 74.92 arsen	34 Se 78.96 selen	35 Br 79.90 brom	36 Kr 83.80 krypton	
5s	37 Rb 85.47 rubidium	38 Sr 87.62 strontium	4d	39 Y 88.91 yttrium	40 Zr 91.22 zirkonium	41 Nb 92.91 niob	42 Mo 95.94 molybden	43 Tc (98) technetium	44 Ru 101.1 ruthenium	45 Rh 102.9 rhodium	46 Pd 106.4 palladium	47 Ag 107.9 sølv	48 Cd 112.4 kadmium	5p	49 In 114.8 indium	50 Sn 118.7 tinn	51 Sb 121.8 antimon	52 Te 127.6 tellur	53 I 126.9 jod	54 Xe 131.3 xenon	
6s	55 Cs 132.9 cesium	56 Ba 137.3 barium	5d	57-71 Lantanoidene	72 Hf 178.5 hafnium	73 Ta 180.9 tantal	74 W 183.8 wolfram	75 Re 186.2 rhenium	76 Os 190.2 osmium	77 Ir 192.2 iridium	78 Pt 195.1 platina	79 Au 197.0 gull	80 Hg 200.6 kvikksølv	6p	81 Tl 204.4 thallium	82 Pb 207.2 bly	83 Bi 209.0 vismut	84 Po (209) polonium	85 At (210) astat	86 Rn (222) radon	
7s	87 Fr (223) francium	88 Ra (226) radium	6d	89-103 Aktinoidene	104 Rf (261) rutherfordium	105 Db (262) dubnium	106 Sg (266) seaborgium	107 Bh (264) bohrium	108 Hs (277) hassium	109 Mt (268) meitnerium	110 Ds (281) darmstadtium	111 Rg (272) røntgenium	112 Uub (285) ununbium	7p		114 Uuq (289) ununkvadium		116 Uuh (292) ununheksium			

4f	57 La 138.9 lantan	58 Ce 140.1 cerium	59 Pr 140.9 praseodym	60 Nd 144.2 neodym	61 Pm (145) promethium	62 Sm 150.4 samarium	63 Eu 152.0 europium	64 Gd 157.3 gadolinium	65 Tb 158.9 terbium	66 Dy 162.5 dysprosium	67 Ho 164.9 holmium	68 Er 167.3 erbio	69 Tm 168.9 thulium	70 Yb 173.0 ytterbium	71 Lu 175.0 lutetium
----	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------------	--	-------------------------------------	--	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

5f	89 Ac (227) actinium	90 Th 232.0 thorium	91 Pa 231.0 protactinium	92 U 238.0 uran	93 Np (237) neptunium	94 Pu (244) plutonium	95 Am (243) americium	96 Cm (247) curium	97 Bk (247) berkelium	98 Cf (251) californium	99 Es (252) einsteinium	100 Fm (257) fermium	101 Md (258) mendelevium	102 No (259) nobelium	103 Lr (260) lawrencium
----	--------------------------------------	-------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	---	---	--------------------------------------	--	---------------------------------------	---